

خبرنامه

توسعه فناوری

ابرساناها در صنعت برق



پژوهشگاه نیرو  
گروه پژوهشی مواد غیر فلزی





صاحب امتیاز:  
پژوهشگاه نیرو

مدیر مسئول:  
حسین کوهانی

همکاران این شماره:  
پریسا جبارنژاد  
حسام فلاح آرانی

## فهرست مطالب

صفحه ۲	مقدمه
صفحه ۳	کاربرد ابرسانایی در صنعت برق
صفحه ۴	فعالیت‌های ترویجی سند توسعه ابرسانا در صنعت برق
صفحه ۵	ایجاد شبکه متخصصین حوزه ابرسانا
صفحه ۶	شرکت در نمایشگاه توانمندی‌های فناورانه
صفحه ۷	جلسه با ریاست محترم پژوهشگاه نیرو
صفحه ۸	گفتگو با دکتر محمد ولاشجردی
صفحه ۱۱	پروژه‌های جاری سند ابرسانا
صفحه ۱۲	اخبار ابرسانا
صفحه ۱۴	معرفی کتاب

نشانی: شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دامن، پژوهشگاه نیرو، گروه پژوهشی مواد غیرفلزی  
شماره تلفن: ۸۸۰۷۹۴۴۷ و ۸۸۵۷۸۸۳۷  
شماره فکس: ۸۸۰۷۹۴۴۷

ایمیل: [superconductors@nri.ac.ir](mailto:superconductors@nri.ac.ir)

چنین به نظر می‌رسد که به زودی ابرساناها با تلاش‌های محققان سبب ایجاد تحولی بزرگ در روند زندگی انسان‌ها شوند. هدف اصلی این تلاش‌ها به کارگیری عملی ابرساناها در صنعت و فناوری است و یکی از ابتدایی‌ترین کاربردهای ابرسانایی، در ارتباط با صنعت برق است. به کارگیری مواد ابرسانا در سیستم‌های قدرت، سبب جلوگیری از اتلاف انرژی و کاهش هزینه‌های مربوطه در مقایسه با سیستم‌های سنتی امروزی می‌شود. سیستم‌های قدرت دربرگیرنده کلیه تجهیزات و روش‌های تولید الکتریسیته، توزیع برای مصرف‌کنندگان، ذخیره‌سازی آن برای استفاده‌های بعدی و بالاخره وسایل و قطعات الکتریکی مربوط به آنهاست.

در سال‌های اخیر نیز تمایل شدیدی به کاربرد ابرساناها در دما پایین و دما بالا در سیستم‌های قدرت پیدا شده است و وسایل و تجهیزات ساخته شده با ترکیبات ابرسانا در مقایسه با انواع سنتی خود کوچکتر و سبکتر هستند و هزینه‌های مربوط به نصب، راه‌اندازی و نگهداری آنها به مراتب کمتر است. با جایگزینی سیستم‌های ساخته شده از ترکیبات ابرسانا به جای سیستم‌های سنتی هم اتلاف انرژی به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت و هم در مصرف سوخت‌های فسیلی صرفه‌جویی می‌شود که این خود به معنای کاهش تولید آلاینده‌های ناشی از سوخت‌های فسیلی می‌باشد.



از مزیت‌های تحقیق بر روی ابرسانایی نسبت به دیگر شاخه‌های علمی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

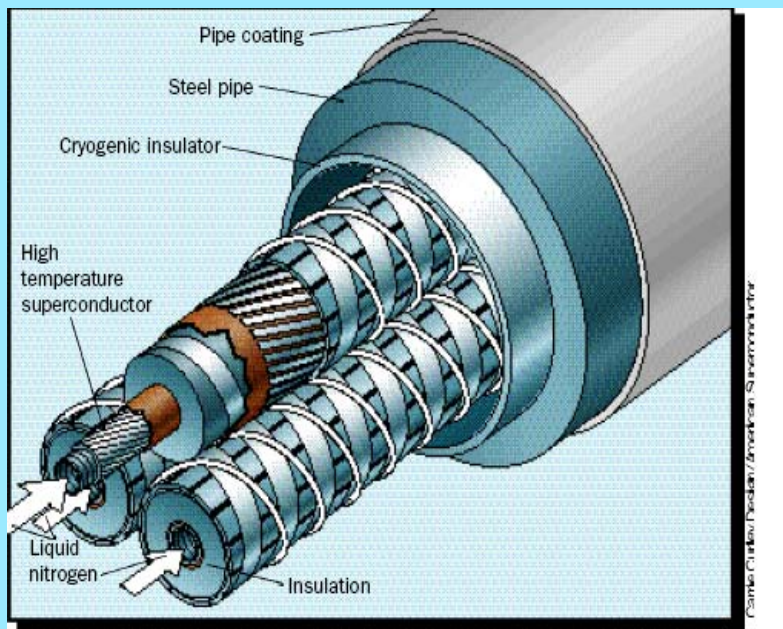
- انحصار این شاخه علمی در اختیار امریکا، انس هلندی، جوزفسون انگلیسی بوده و ابرساناهای دمای بالا در شهر زوریخ سوئیس تهیه گردیدند.
- وجود ۷ جایزه نوبل در یک شاخه علمی نشان دهنده اهمیت فراوان آن می‌باشد.
- جدید بودن این شاخه از علم (اولین ابرسانای دمای بالا در سال ۱۹۸۶ ساخته شد).
- کشورهای در حال توسعه نیز فعالیت‌های مفیدی در این رابطه داشته‌اند برای مثال در هندوستان در آزمایشگاه ملی فیزیک در شهر دهلی نو ماده‌ای ساخته شده که در بخشی از آن ابرسانایی در دمای محیط مشاهده شده است.

## کاربرد ابرسانایی در صنعت برق

- کابل‌ها و نوارهای ابرسانا
- ذخیره‌کننده‌های انرژی
- تولید برق (ترانسفورماتور و ژنراتور)
- محدودکننده جریان خطا
- فلاپویل



HTS transformers provide a compact environmentally friendly alternative to conventional systems.



## فعالیت های ترویجی سند توسعه ابرسانا در صنعت برق

- معرفی سند ابرسانایی و کاربردهای ابرسانا در صنعت برق در دانشگاه شهید چمران اهواز
- معرفی سند ابرسانا و طرح ها و ارائه فعالیت های انجام گرفته در پژوهشگاه نیرو در دانشگاه شیراز
- معرفی سند ابرسانا و طرح ها و ارائه فعالیت های انجام گرفته در پژوهشگاه نیرو در دانشگاه سمنان
- معرفی سند ابرسانا و ارائه فعالیت های انجام گرفته در پژوهشگاه نیرو در دانشگاه الزهرا



## ایجاد شبکه متخصصین حوزه فناوری ابرسانا

از جمله اقدامات سند ابرسانا در راستای دستیابی هر چه بهتر به اهداف و مأموریت‌های سند، ایجاد بانک اطلاعاتی متخصصین کشور در این حوزه، تحت عنوان شبکه متخصصین حوزه فناوری ابرسانا می‌باشد.



شناسایی متخصصان حوزه ابرسانایی در دانشگاه‌های کشور

برگزاری جلسه با متخصصان ابرسانایی و فعالان در این حوزه



## شرکت در نمایشگاه توانمندی‌های فناوریانه پژوهشگاه نیرو



با توجه به مأموریت پژوهشگاه نیرو به عنوان مدیریت تحقیقات صنعت برق کشور و تلاش برای راهبری بهینه این مأموریت و رفع چالشهای فناوریانه حوزه صنعت برق، نشستی با اعضای کمیسیون انرژی و کمیسیون برنامه، بودجه و محاسبات مجلس شورای اسلامی به منظور بهره‌گیری از راهنماییها و معرفی اقدامات صورت گرفته توسط پژوهشگاه نیرو در راستای مدیریت تحقیقات و نیز بیان چالشهای پیش روی صنعت برق در مرداد ماه سال جاری برگزار شد. همزمان با این نشست، دومین نمایشگاه توانمندی‌های فناوریانه پژوهشگاه نیرو جهت معرفی طرح‌های انجام شده و اقدامات و نتایج حاصل شده، با حضور مراکز و طرح‌های توسعه فناوری از جمله "طرح توسعه فناوری ابرسانا در صنعت برق" در محل نمایشگاه‌های پژوهشگاه نیرو برگزار گردید. در این نمایشگاه جناب آقای مهندس مهاجری (معاونت محترم تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو)، جناب آقای دکتر قاضی‌زاده (ریاست محترم پژوهشگاه نیرو)، جناب آقای مهندس مرجانمهر (معاونت محترم فناوری پژوهشگاه نیرو) و نمایندگان محترم کمیسیون انرژی و کمیسیون برنامه، بودجه و محاسبات مجلس شورای اسلامی از غرفه طرح توسعه فناوری ابرسانا در صنعت برق شامل دستاوردهای طرح بازدید نمودند. در این بازدیدها، گزارشی از اقدامات صورت گرفته، دستاوردها، اقدامات جاری و برنامه‌های آتی به بازدیدکنندگان ارائه گردید. دکتر قاضی‌زاده ریاست محترم پژوهشگاه نیرو در بازدید از غرفه طرح توسعه فناوری ابرسانا در صنعت برق، سوالاتی در خصوص فعالیت‌های طرح ارائه نمودند که مقرر گردید طی جلسه‌ای توضیحات کامل فعالیت‌های طرح به ایشان منعکس گردد.

## جلسه با دکتر قاضی زاده ریاست محترم پژوهشگاه نیرو

جلسه ارائه فعالیت‌های سند توسعه فناوری ابرسانا در صنعت برق با حضور ریاست محترم پژوهشگاه نیرو جناب آقای دکتر قاضی زاده، آقای مهندس مرجانمهر معاونت محترم فناوری و خانم دکتر ریاحی مدیر محترم گروه مواد غیرفلزی در تاریخ ۹۷/۶/۱۳ برگزار گردید. در این جلسه جناب آقای مهندس حسین کوهانی مجری محترم طرح ابرسانا در خصوص اهمیت ابرساناها در صنعت برق و کاربردهای گسترده آنها صحبت کردند. همچنین مهندس کوهانی در خصوص طرح‌ها و پروژه‌های جاری و فعالیت‌های انجام گرفته در سند، فعالیت‌های جاری و برنامه‌های آتی توضیحاتی را ارائه دادند. در پایان جلسه، تصمیماتی برای پیگیری روند کسب مجوز تهیه مجله علمی پژوهشی در حوزه مواد ابرسانا، ورود تجهیزات کمک آموزشی مبتنی بر فناوری ابرسانا به دبیرستان‌های کشور و تشکیل انجمن ابرسانا اتخاذ گردید.





## گفتگو

با دکتر محمد ولاشجردی  
عضو هیئت علمی دانشگاه اراک

• جایگاه ابرسانا در کشورمان و در دنیا را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

کاهش میزان مصرف انرژی یک عامل محرک برای سرمایه گذاری بخش خصوصی در این حوزه را پدید آورده است. به علاوه نهادهای فعال در حوزه انرژی و فناوری همچون معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و صندوق حمایت از پژوهشگران بایستی در راستای نسل جدید قطعات و لوازم الکترونیکی با حداقل مصرف انرژی اقدام به حمایت از شرکت‌ها و موسسات خصوصی برای تولید انواع محصولات ابرسانا در آینده داشته باشند.

از زمان کشف ابرساناها تا به امروز تحقیقات انجام گرفته بر روی این ترکیبات به طور مستقیم منجر به دریافت ۷ جایزه نوبل شده است. با این حال در دو دهه گذشته در دنیا تحقیقات گسترده و هدفمندی بر روی ساخت انواع ابرساناها با تکیه بر افزایش دمای بحرانی انجام گرفته است. روند جهانی تحقیقات در جهان بیشتر بر روی ساخت انواع قطعات نظیر سیم و ... از ابرساناهای مختلف با صرفه اقتصادی دنبال شده است.

• پیش‌بینی شما از سرعت پیشرفت ابرساناها چیست؟

سرعت پیشرفت در این حوزه واقعا خارق العاده است. بسیاری از دانشمندان این حوزه پیش‌بینی می‌کنند جوایز نوبل بیشتری برای ارائه ابرساناها با دمای بحرانی نزدیک و یا حتی بالاتر از دمای اتاق نصیب دانشمندان این حوزه شود. از بررسی مقالات چاپ شده در روش‌های مختلف سنتز و تولید ترکیبات ابرسانا و ارائه ترکیبات جدید با خواص جالب توجه به درستی می‌توان دریافت از سال ۲۰۱۰ سرعت رشد مقالات هر سال دو برابر شده است. در حوزه چاپ کتاب عناوین متعددی توسط انتشارات معتبر دنیا در سه سال گذشته چاپ شده‌اند که حاکی از سرعت بسیار بالای افزایش دانش فنی در این زمینه است.

• برای پررنگ‌تر شدن سهم ابرساناها در صرفه‌جویی در حوزه انرژی چه اقداماتی را ضروری می‌دانید؟

امروزه در بسیاری از نشست‌های انرژی به این ادعا که انرژی الکتریکی یک انرژی پاک است خدشه وارد شده است. چرا که با توجه به بازده پایین نیروگاه‌های حرارتی و هدر رفت انرژی برای ساخت انواع اجزاء باتری‌ها و ... اصولا میزان قابل توجهی از گازهای گلخانه‌ای برای تولید انرژی الکتریکی تولید می‌شوند. مهم‌ترین قابلیت استفاده از ابرساناها به دلیل عدم مقاومت در برابر عبور جریان جداسازی و استقلال تولید برق از مصرف است که این امر مزایای متعددی از قبیل بهره‌برداری اقتصادی، بهبود عملکرد دینامیکی و کاهش آلودگی را به دنبال دارد. طبعا در کشور ما نیز بایستی قدمهای پررنگ‌تری در خصوص توسعه این صنعت مهم برداشته شود. یکی از مهمترین اقدامات آشنایی محققان و شرکتهای متولی تولید و توزیع برق در شبکه تولید و انتقال برق کشور می‌باشد. این امر با ارائه انواع دوره‌های آموزشی و بررسی چالشهای تولید ابرساناها و تدوین تست‌ها و استانداردهای اندازه‌گیری میزان کاهش تلفات بواسطه استفاده از ابرساناها میسر است.

• نقش نهادهای دولتی در حمایت از توسعه فناوری ابرساناها در صنعت برق کشور را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

به نظر می‌رسد همچون بسیاری از فناوری‌های نوظهور فناوری ابرسانا نیز نیازمند حمایت هدفمند از طرف نهادهای دولتی در جهت سوق دادن بخش خصوصی و تحقیقات کاربردی باشد. در بسیاری از کشورهای پیشرفته برنامه‌های متعددی در این حوزه از سال‌های گذشته رو به انجام است. در حال حاضر هنوز اهمیت ابرساناها به عنوان یکی از ابزارهای توسعه فناوری در صنعت برق به درستی در کشور ما درک نشده است و حمایت جدی از این حوزه از نهادهای متولی پژوهش و تحقیقات در کشور صورت نگرفته است. مزیت رقابتی در تولید برق در سالهای پیش رو افزایش بازدهی و کاهش اتلاف این انرژی است. به همین جهت احتمالا در کشور ما، دولت به عنوان اصلی‌ترین تولیدکننده برق احساس

• در خصوص رویکرد تجاری‌سازی ابرساناها توضیحاتی ارائه فرمایید.

همچون بسیاری از کشورهای دنیا کشور ما نیز بایستی در راستای تجاری‌سازی و افزایش فناوری ساخت و تولید انواع قطعات ابرسانا اقدام کند. تجاری‌سازی ابرساناها با تکیه بر

**”مهم‌ترین قابلیت استفاده از ابرسانا ها به دلیل عدم مقاومت در برابر عبور جریان جداسازی و استقلال تولید برق از مصرف است که این امر مزایای متعددی از قبیل بهره‌برداری اقتصادی، بهبود عملکرد دینامیکی و کاهش آلودگی را به دنبال دارد.“**

بسیار بعید به نظر می‌رسد. به نظر من نقش نهادهای واسط بین صنعت و دانشگاه با بهره‌گیری از پتانسیل‌های هر دو یکی از نکات کلیدی در ایجاد یک تعامل سازنده است که تا آنجا که من اطلاع دارم این امر در پژوهشگاه نیرو در چند سال گذشته عملی شده است. در تعامل دانشگاه و صنعت عملاً دانشگاه از نیازهای صنعت بی‌خبر بوده و صنعت نیز از پتانسیل‌های دانشگاه اطلاع ندارد. شاید این دو نهاد هنوز به یک ادبیات مشترک نرسیده‌اند.

#### • **برگزاری جشنواره‌ها و کنفرانس‌های از ایده تا عمل را برای گسترش ابرساناها را مفید می‌دانید؟**

قطعاً بسیار مفید است. در این حوزه حتی در دانشگاه‌ها نیز ما شبکه‌ای از محققین که به طور متمرکز بر روی این حوزه کار می‌کنند نیز در دسترس نداریم. قطعاً مهمترین نقطه قوت این جشنواره‌ها و کنفرانس‌ها شبکه‌سازی افراد و تعامل آنها با یکدیگر است. دنیای فناوری امروز، دنیای تحقیقات شبکه‌ای و مشارکتی است. توسعه فناوری منجر به ایجاد تخصص‌های خاص در این حوزه شده است که برای رسیدن به یک محصول با کارایی بالا و افزایش توان تحقیقاتی بایستی مشارکت فراینده‌ای بین محققین این حوزه برقرار گردد.

نیاز بیشتری در توسعه این فناوری خواهد کرد و قدم‌های موثرتری را در این راستا شاهد هستیم.

#### • **در حال حاضر در کشور ما کدام حوزه از ابرساناها باید در اولویت قرار گیرد؟**

یکی از مهمترین چالش‌ها در استفاده از ابرساناها دمای کارکرد آنها است مهمترین و کلیدی‌ترین بخش این فناوری دستیابی به ترکیبات با دمای کارکرد بالاتر است که در روند تحقیقات صورت گرفته جهانی نیز کاملاً مشخص است. به نظر می‌رسد توسعه ترکیبات ابرسانا با دمای بحرانی بالا از مهمترین اولویت‌های فناورانه در استفاده از ابرساناها در صنعت می‌باشد. یکی دیگر از موارد مهم ساخت محصولات مختلف نظیر سیم و کابل از ترکیبات ابر رسانا می‌باشد که در این راستا بایستی ساخت و تجهیز ماشین‌آلات این صنعت نیز همپای توسعه ترکیبات ابر رسانا دما بالا رشد داده شود. سنتز ترکیبات ابر رسانا ولو با خلوص بسیار بالا و عدم ساخت اجزا و قطعات نهایتاً در بهترین حالت منجر به فروش این محصول به صورت خام می‌گردد کما اینکه عمده ارزش افزوده ایجاد شده بواسطه تولید و ساخت قطعات و اجزاء می‌باشد.

#### • **در خصوص ابرساناها، تعامل دانشگاه و صنعت با چه مشکلاتی روبرو بوده که نتوانسته به درستی محقق شود؟**

حقیقتاً در این حوزه تاکنون تعامل خاصی بین دانشگاه و صنعت مشاهده نکرده‌ام. البته با توجه به به‌روز بودن فناوری ابرسانا در مقایسه با صنعت کشور انتظار تعامل سازنده

## پروژه‌های جاری سند ابرسانا

**عنوان طرح:** تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت پودر، سیم و نوار ابرسانای دما بالا  
**عنوان پروژه:** ساخت و مشخصه یابی پودر ابرسانای دی بوراید منیزیم

**خروجی و نتایج مورد انتظار پروژه :**

- ۱- طرح مهندسی و فنی در زمینه تدوین دانش فنی تولید بورید منیزیم در مقیاس آزمایشگاهی و پایلوت
- ۲- نمونه ساخته شده از بورید منیزیم بهینه به میزان ۵۰ گرم

ساخت پودر بورید منیزیم با خواص زیر به عنوان محصول نهایی مد نظر می باشد:

دمای بحرانی	۳۹-۴۰ کلوین
میدان بحرانی اول	بیش از ۳ میلی تسلا
میدان مغناطیسی برگشت ناپذیری	بیش از ۵ تسلا
مقاومت در دمای بحرانی	$\Omega\mu\text{ cm } 16 - 4/0$
دانسیته جریان بحرانی	$J_c (4/2\text{ K}, 4\text{T}) > 10^6 \text{ A/cm}^2$ $J_c (4/2\text{ K}, 0\text{ K}) > 10^7 \text{ A/cm}^2$ $J_c (25\text{K}, 5\text{T}) > 10^6 \text{ A/cm}^2$ $J_c (25\text{ K}, 2\text{T}) > 10^5 \text{ A/cm}^2$

**عنوان طرح:** ساخت دستگاه نیمه اتوماتیک تهیه پودر ابرسانای دمای بالای YBCO در مقیاس نیمه صنعتی  
**عنوان پروژه:** طراحی و ساخت سیستم تولید پودرهای ابرسانای دما بالا در مقیاس نیمه صنعتی

**خروجی و نتایج مورد انتظار پروژه :**

دستگاه اتوماتیک تهیه پودر ابرسانای دمای بالای YBCO

- ۱- طراحی صنعتی سیستم استوکیومتری اتوماتیک
- ۲- طراحی و ساخت سیستم الکترونیکی به همراه بسته نرم افزاری (در صورت نیاز)
- ۳- طراحی و ساخت کلکتور
- ۴- طراحی و ساخت محفظه انجام ژلاسیون و فایرینگ
- ۵- ساخت قطعه نمونه
- ۶- ارائه گزارش نهایی



## ثبت رکورد جدید در نمایش گذار دمای ابرسانایی

ابرساناها موادی هستند که طیف وسیعی از کاربردهای بالقوه تغییر شکل را ارائه می‌دهند و قابلیت‌های آنها فراتر از آزمایش‌هایی است که شامل یک آهنربای معلق باشد. شرایط ابرسانایی معروف به مقاومت الکتریکی صفر و شار خروجی میدان مغناطیسی صفر است، اما مشکل این است که برای فعالیت نیاز به دمای بسیار پایین دارد. در حال حاضر، تیم محققان موسسه شیمی مکس پلانک در آلمان به بالاترین رکورد تحمل درجه حرارت برای ابرسانایی دست یافته است. هر چند که نتایج بسیار امیدوار کننده هستند، فیزیکدانان هنوز هم با ترکیبی از هیجان و شک و تردید به کار خود ادامه می‌دهند. دمای مذکور ۲۵۰ کلوین یا منفی ۲۳ درجه سانتی‌گراد است.

برای رسیدن به نتیجه، فیزیکدانان لانتانیوم هیدریدها را تحت فشار شدید (حدود ۱۷۰ گیگاپاسکال) قرار دادند. برای آنکه ذهنتان به دریافت ۱۷۰ گیگاپاسکال نزدیک شود باید گفت که فشار در هسته زمین تنها دو برابر این تعداد است و بین ۳۳۰ تا ۳۶۰ گیگاپاسکال متغیر است. با افزایش مقدار فشار، محققان توانستند شواهد محکمی از وجود ابرسانایی در دمای ۲۵۰ درجه کلوین و مشاهده مقاومت صفر، اثر ایزوتوپ و کاهش در یک میدان مغناطیسی خارجی ارائه دهند. البته هدف نهایی این است که یک روز یک ابرسانا تولید TC کنند که بتواند تحت شرایط دمای اتاق فعالیت کند. "میخائیل ارمتس" یکی از محققان این مطالعه گفت: مطالعه ما موجب یک پیشرفت رو به جلو در مسیر هدایت ابرسانایی در دمای اتاق می‌شود.

محققان بر اساس آزمایش خود نتیجه گرفتند که ابرسانایی در درجه حرارت بالا و حتی دمای اتاق در فلزات دارای پارامترهای مطلوب مشخص مانند ارتعاشات شبکه‌ای در فرکانس‌های بالا ممکن است. با این حال، ادعاهای آنها همچنان نیاز به اثبات اعتبار در سه زمینه زیر دارد:

- ۱- نشان دادن توانایی جایگزینی عناصر مورد استفاده در نمونه با ایزوتوپ‌های سنگین‌تر
- ۲- اثر نشان دادن افت تدریجی مقاومت در حالی که درجه حرارت در آزمایش کاهش می‌یابد
- ۳- مایسنر که نشانگر این است که آیا یک ابرسانا قادر است اساساً هر ماده مغناطیسی را از خود براند یا نه

آزمایش دانشمندان، دو شرط اول را محقق کرده است و حصول شرط سوم بسیار دشوار اما ممکن است.



## ابداع توربین‌های بادی کوچک با تیغه‌های ابرسانا

ساخت توربین‌ها فرآیندی گران و پرهزینه است، چرا که برای ساخت هر یک توربین بادی، تقریباً یک تن از فلزات خاکی کمیاب نیاز است. با این وجود، این فرآیند به زودی می‌تواند بسیار ارزان‌تر شود، چرا که پروژه "EcoSwing" که تحت حمایت اتحادیه اروپا است، اخیراً یک توربین بادی در دانمارک را با تیغه ابرسانا ارتقا دادند که مقدار عناصر خاکی کمیاب مورد نیاز را به ۱ کیلوگرم کاهش داد. این کار نه تنها هزینه را به شدت کاهش داد و از حدود ۵۰ دلار به ازای هر کیلوگرم به حدود ۱۹ دلار به ازای هر کیلوگرم رساند، بلکه همچنین وزن و اندازه توربین‌ها را کاهش می‌دهد.

"مارک هال" از دانشگاه توئنته (Twente) می‌گوید: توربین‌های جدید می‌توانند همان قدرتی را که توربین‌های رایج تولید می‌کنند را با حدود نیمی از وزن و حجم یک توربین معمولی تولید کنند.

این تیغه با استفاده از یک لایه ابرسانای سرامیکی با اکسید گادولینیم-باریم-مس ساخته شده است. ضمن اینکه خنک کردن دستگاه نیز دیگر مسئله نیست. تیم پروژه EcoSwing از همان نوع خنک کننده‌ای استفاده کرد که به طور معمول در اسکنرهای MRI دیده می‌شود. این فناوری هنوز در مرحله آزمایشی است. گام بعدی طراحی یک توربین است که از فناوری سبک‌تر و کوچک‌تر بهره‌مند باشد و به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

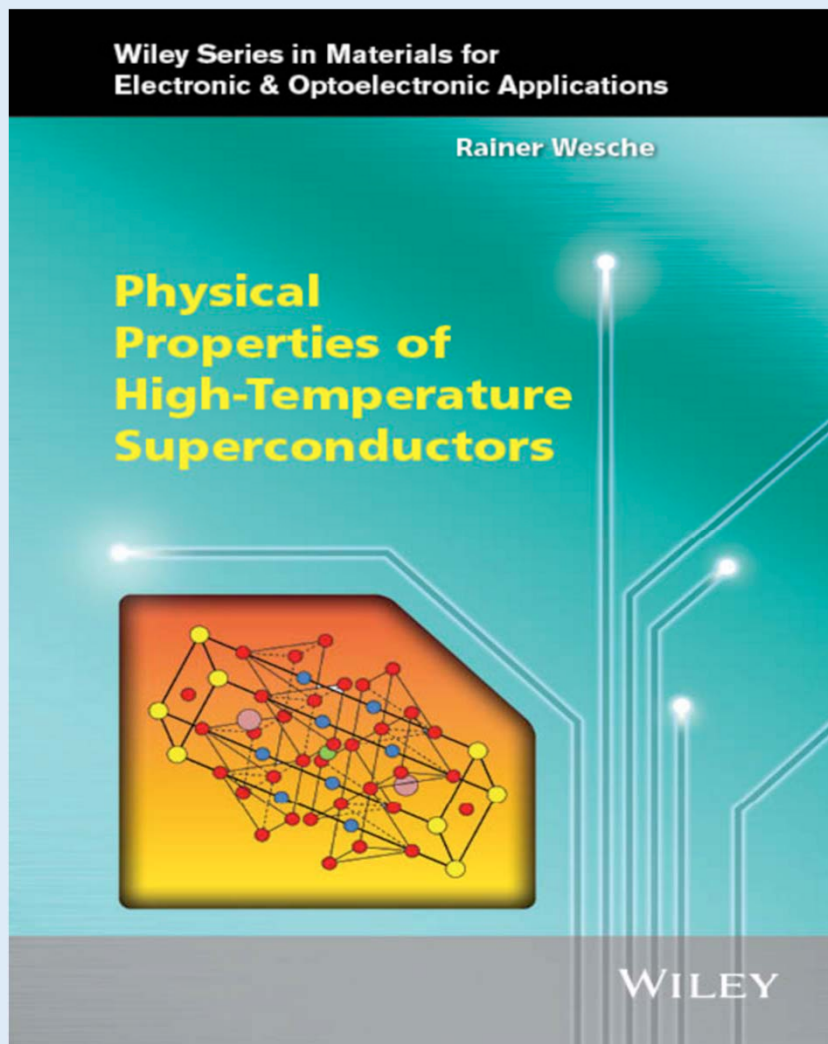
استفاده از این توربین‌های جدید، هزینه‌های ساخت مزارع بادی را کاهش می‌دهد و کوچک‌تر بودن آنها می‌تواند از نمای زشت آنها بکاهد.

در نهایت اینکه این فناوری می‌تواند انرژی‌های تجدیدپذیر را بیش از پیش قابل دسترس کند.

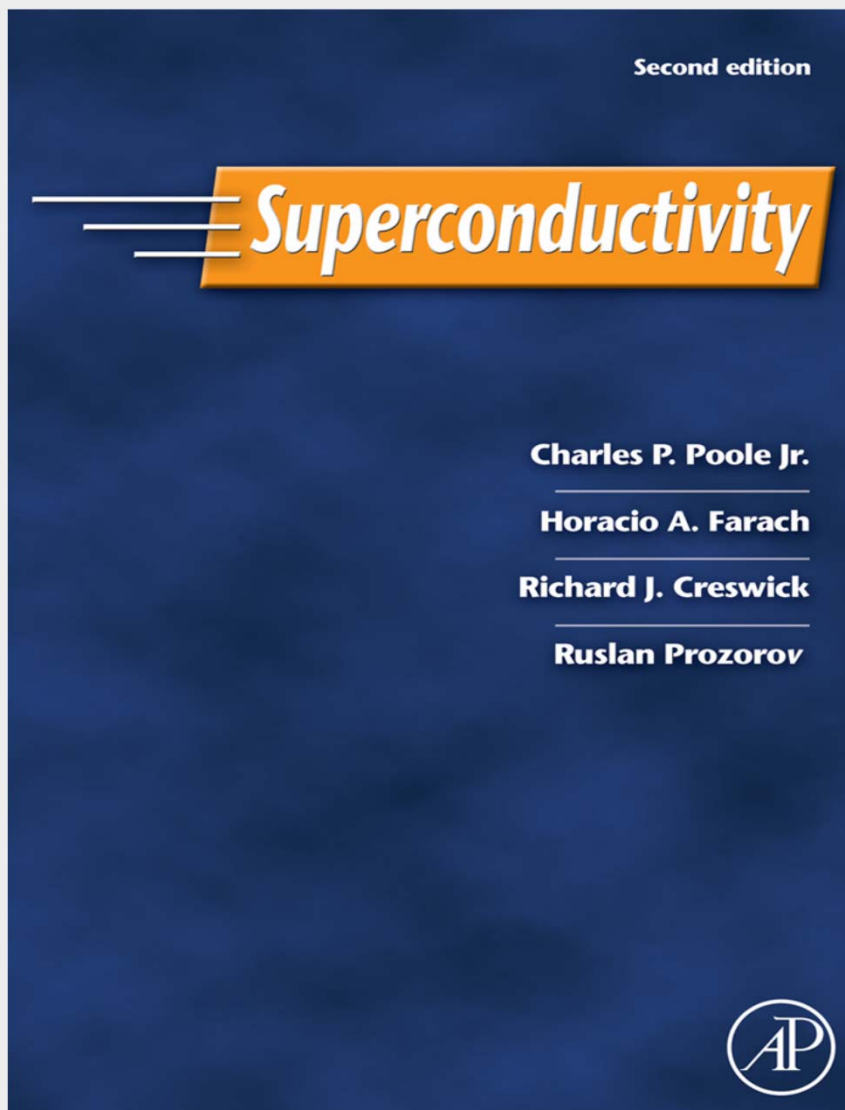
ابداع تیغه‌های ابرسانا می‌تواند به ساخت توربین‌های بادی کوچک و کم‌هزینه اما با بازدهی بالاتر منجر شود.

<https://www.engadget.com>

منبع:



این کتاب که دارای نوزده فصل است، یکی از کتاب‌های کامل در حوزه معرفی ویژگی‌های مواد ابرسانا به ویژه مواد ابرسانای دما بالا (HTS) محسوب می‌شود. در این کتاب ویژگی‌های انواع ابرساناها شامل ابرساناهای پایه مس، ابرسانای پایه آهن و  $MgB_2$  معرفی شده است. تاکید این کتاب بر بیان کامل ویژگی‌های مواد ابرسانای پایه مس بوده و به خوبی ساختار کریستالی، دیاگرام فازی و انواع روش ساخت و سنتز این نوع مواد بیان شده است. همچنین در یکی از فصل‌های این کتاب به روش ساخت و چگالی جریان بحرانی سیم و نوار ابرسانای دما بالای پایه بیسموت  $Bi2223$  پرداخته شده است. علاوه بر این در فصلی دیگر تکنیک‌های ساخت ابرساناهای لایه نازک پایه مس به صورت مجزا مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.



این کتاب در هفده فصل به خوبی پارامترهای موثر بر ابرسانا را مرور کرده است. در این کتاب ویژگی‌های مغناطیسی ابرساناها، انواع ابرساناها، طول همدوستی و عمق نفوذ مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه این کتاب فرصتی در اختیار خواننده قرار می‌دهد تا با مطالب پایه‌ای مواد ابرسانا به خوبی آشنا شود. بیان پدیده‌های ابرسانایی، معرفی تئوری‌های BCS و گیزنبرگ لاندائو و همچنین معرفی ویژگی‌های ترمودینامیکی ابرساناها، دما بالای سرامیکی به جامعیت بیشتر این کتاب کمک شایانی کرده است. از دیگر ویژگی‌های بارز این کتاب اشاره به استفاده از خواص مغناطیسی برای آنالیز مواد ابرسانا است. شکل‌گیری حلقه هیستریزاس مغناطیسی، پهنای حلقه و اندازه‌گیری میدان مغناطیسی برگشت ناپذیر از جمله اطلاعات کلیدی در تحلیل مواد ابرسانای دیامغناطیس است.



نشانی: شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، گروه پژوهشی مواد غیرفلزی  
شماره تلفن: ۸۸۰۷۹۴۴۷ و ۸۸۵۷۸۸۳۷  
شماره فکس: ۸۸۰۷۹۴۴۷

ایمیل: [superconductors@nri.ac.ir](mailto:superconductors@nri.ac.ir)